

廉価版 sub-THz 分光器の電磁波集光部測定による屈折率の補正

Correction of Refractive Indices Obtained by Low-Cost sub-THz Spectrometer at Focus

海保大¹, 福井大², 福井工大³ ◦森川 治¹, 服部 あい¹, 山本 晃司², 栗原 一嘉²,
古屋 岳², 柴島 史欣³, 北原 英明², 谷 正彦²

JCGA¹, Univ. Fukui², FUT³, ◦Osamu Morikawa¹, Ai Hattori¹, Kohji Yamamoto², Kazuyoshi
Kurihara², Takashi Furuya², Fumiyoshi Kuwashima³, Hideaki Kitahara², Masahiko Tani²

E-mail: morikawa@jcgga.ac.jp

テラヘルツ時間領域分光システム(THz-TDS)で照射光源としてマルチモード半導体レーザを用いると、廉価版の THz-TDS を構成することができる[1]。もしも試料が小さければ、電磁波の集光部に試料を配置する必要がある。この場合、電磁波の平行光束部に試料を配置する場合と比較して、得られる屈折率の値が若干大きくなる。その補正のため、試料挿入時に検出器を光軸に沿って移動させ、試料挿入による Gouy 位相 φ_{Gouy} の変化から計算する手法が提案されている[2,3]。前回は検出器移動でなくナイフエッジ法によるビームウェスト径を用いた補正について報告した(図 1)。

しかし、先行研究および前回の手法には、(a) $\tan\varphi_{Gouy} \approx \varphi_{Gouy}$ との近似が使われており、光学的に厚い試料だと誤差が大きくなる (b)試料挿入によるビームウェストの移動 Δ やレイリー長 z_0 が「放物面鏡～ビームウェスト」の距離よりも十分小さいという近似が使われており、光学的に厚い試料や低周波域で誤差が大きくなる (c)検出器として EO 検出器が仮定されており、廉価版 sub-THz 分光器で使用される Si レンズ付きの光伝導アンテナに対応していない、のような課題がある。

そこで今回は前回(厚さ 1.004 mm の塩化ビニル板)よりも厚い試料(厚さ 9.629 mm)を用いた。先行研究[2,3]よりも計算が単純なので、(a)の近似を回避できた。また(b)、(c)の課題に対応するため、sub-THz ビームを Gaussian と仮定し、Si レンズを含む光学系の光線行列を用いて求めたビームの複素パラメータをもとに試料挿入前後での光伝導アンテナ位置での φ_{Gouy} の変化を計算して屈折率の補正値を求めた。

図 2 に、試料を電磁波の集光部に挿入または平行部に挿入した際の透過データから計算した屈折率の差(黒線)と上述の計算結果(赤線・青線)を示す。青線はナイフエッジ測定から直接得られたビーム径による計算結果、赤線は検出器感度分布を考慮した計算結果を示す。後者が測定結果を比較的良好に再現していることが分かる。

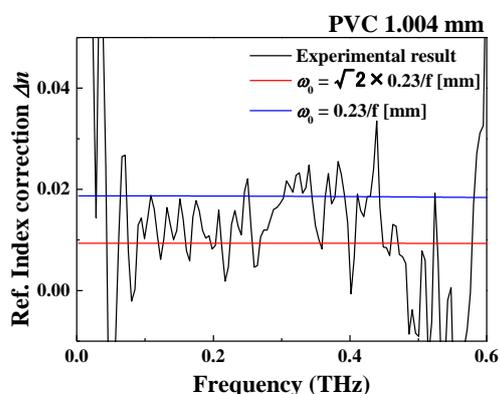


Fig. 1 Previous result with a 1.004 mm-thick sample.

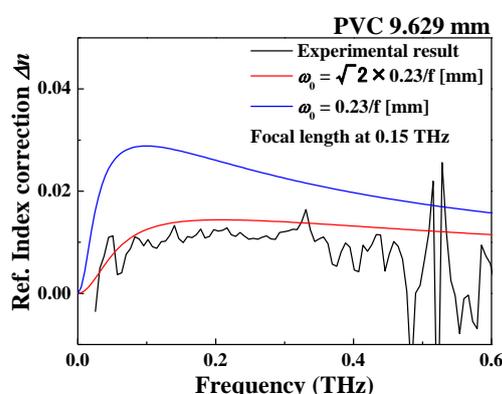


Fig. 2 Present result with a 9.629 mm-thick sample.

[1] O. Morikawa 他, Appl. Phys. Lett. **76**, 1519 (2000).

[2] P. Kužel, H. Němec, F. Kadlec, and C. Kadlec, Opt. Express **18**, 15338 (2010).

[3] Q. Liang, G. Klatt, N. Krauß, O. Kukhareno, and T. Dekorsy, Chn. Opt. Lett. **13**, 093001 (2015).